

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 76 39639**

(54)

Stator de machine électrique.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).

H 02 K 1/12, 15/02/7/18.

(22)

Date de dépôt .....

30 décembre 1976, à 15 h 52 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande .....

B.O.P.I. — «Listes» n. 30 du 28-7-1978.

(71)

Déposant : AROSHIDZE Jury Vasilievich, IOGANSEN Vadim Igorevich, KADI-OGLY Ibragim Akhmedovich, PETROV Jury Vyacheslavovich, PTAKUL Izrail Abramovich, ROMANOV Vasily Vasilievich, SUDARIKOV Vasily Lukich, CHERNYAVSKY Vladimir Pavlovich, SHAPIRO Aron Beniaminovich et SHKODA Gennady Vasilievich, résidant en U.R.S.S.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne un domaine de la construction des grosses machines électriques, et notamment les stators des machines électriques, en particulier les stators des turbo-générateurs puissants.

Pendant le fonctionnement d'une grande machine électrique, le noyau de son stator se déforme à la suite de l'interaction de ce noyau avec le champ magnétique du rotor. La déformation de la section transversale du noyau statorique se déplace suivant une circonférence en synchronisme avec le rotor ce qui engendre une vibration radiale et tangentielle du noyau. Ces vibrations sont transmises à la carcasse de stator et à la fondation, provoquent un fort bruit acoustique et peuvent aboutir à un endommagement, dû à la fatigue, des éléments de fixation du noyau dans la carcasse, de la carcasse elle-même et des appareils et équipements installés sur la fondation à côté de la machine électrique. Dans le but de limiter la transmission des vibrations du noyau à la carcasse et à la fondation, on fait appel à une fixation élastique du noyau dans la carcasse statorique.

On connaît une conception de stator de machine électrique dans laquelle le noyau est fixé dans la carcasse au moyen d'éléments élastiques placés sur ses surfaces frontales. Les défauts d'une telle conception sont les suivants : la nécessité de réaliser le montage du noyau dans une carcasse intérieure appropriée, les déformations de flexion considérables du noyau ayant une longueur importante et les difficultés de construction puisqu'on doit surmonter à la mise au point des amortisseurs de petites dimensions qui doivent posséder en même temps une haute résistance mécanique et une raideur élevée.

On connaît une autre conception de stator dans laquelle la fixation du noyau dans la carcasse de machine est réalisée le long de deux à quatre génératrices de la surface cylindrique extérieure de noyau. Dans ce cas, le noyau est également monté dans la carcasse intérieure à laquelle on attache les éléments élastiques qui sont ordinairement exécutés sous la forme de plaques flexibles placées tangentiellement par rapport au dos de noyau et destinées à assurer la liaison entre la carcasse intérieure et la carcasse statorique du turbogénérateur. Les agencements sont compliqués par la carcasse intérieure. A l'apparition de vibrations, la jonction rigide de la carcasse intérieure au noyau se trouve affaiblie, les vibrations et le bruit s'accroissent et on doit résoudre de plus un problème complémentaire d'assurer la résistance mécanique de la carcasse intérieure. En outre, les plaques élastiques ne garantissent que la protection de la carcasse et de la fondation de la machine électrique contre les composantes radiales des vibrations du noyau.

On connaît également une conception de stator selon laquelle la liaison entre le noyau et la carcasse est réalisée en plusieurs points où

un grand nombre d'éléments élastiques est réparti régulièrement suivant la longueur et la périphérie du stator. Dans ce cas, les éléments élastiques sont habituellement fixés aux ailettes de raccordement du noyau ou réalisés en une seule pièce avec lesdites ailettes et peuvent se déformer tant dans le sens radial que dans le sens tangential. Les ailettes de raccordement disposées d'une manière régulière suivant la périphérie extérieure de noyau et attachées à celui-ci par un verrou de type "queue d'aronde", réalisent non seulement le serrage du noyau dans le sens axial mais servent de plus d'éléments de fixation du noyau à la carcasse statorique.

10 Du fait que la carcasse comporte deux pattes d'appui installées sur la fondation, la rigidité de la carcasse suivant sa périphérie n'est pas régulière. C'est dans le voisinage des pattes d'appui que la rigidité de la carcasse est la plus grande. C'est pourquoi la fixation du noyau au moyen des ailettes de raccordement présente un défaut qui consiste en ce que la carcasse  
15 est liée au noyau par toute sa surface périphérique. C'est-à-dire tant aux points ayant des amplitudes de vibration minimales qu'à ce x ayant des amplitudes maximales. Etant donné que l'énergie, transmise par l'intermédiaire d'un élément élastique pendant une période d'oscillations, est directement proportionnelle au produit des amplitudes d'oscillations à l'entrée et à la sortie,  
20 l'énergie des vibrations qui, dans les constructions envisagées de la fixation élastique, est transmise du noyau statorique à la carcasse et à la fondation peut atteindre une valeur importante.

Dans les agencements de type décrit, les ailettes de raccordement sont de plus soumises à une charge statique irrégulière résultant du poids  
25 du noyau et du couple moteur. La charge la plus importante est appliquée aux ailettes latérales et inférieures. Du fait que les déformations radiales dues au poids du noyau et à l'augmentation du diamètre du noyau lors du serrage sont dirigées inversement et compensées mutuellement, les ailettes supérieures sont chargées faiblement. Lors de la marche de la machine électrique, les vibrations provoquent une usure des surfaces de contact dans les entailles prévues pour  
30 les "queues d'aronde" des ailettes de sorte que les jeux augmentent tandis que les ailettes supérieures ne sont plus du tout sous charge. Les ailettes supérieures déchargées peuvent réaliser des oscillations indépendantes de grandes amplitudes et engendrer des chocs importants dans les entailles, ce qui conduit  
35 à l'augmentation du bruit de la machine et peut aboutir à l'endommagement des éléments de fixation du noyau.

L'invention a donc pour but de mettre au point une conception de stator de machine électrique à fixation élastique du noyau dans la carcasse, assurant une disposition avantageuse des liaisons élastiques du noyau avec la carcasse pour réduire les vibrations et le bruit transmis à la carcasse

et à la fondation, de même que l'élimination du risque de formation de vibrations indépendantes des ailettes de raccordement élastiques du noyau, vibrations ayant de grandes amplitudes et provoquant des chocs importants dans les entailles prévues pour les "queues d'aronde".

5 L'invention a pour objet un stator de machine électrique comportant une carcasse installée par des pattes d'appui sur une fondation, un noyau constitué par un empilage qui est monté dans la carcasse et dont les tôles sont serrées dans le sens axial au moyen d'ailettes de raccordement disposées d'une manière régulière suivant la périphérie extérieure du noyau, ce stator  
10 étant caractérisé en ce que seules les ailettes de raccordement placées en face des secteurs de carcasse possédant la plus grande rigidité, sont fixées à la carcasse et sont réalisées de façon élastique.

L'agencement proposé du stator assure un niveau de vibrations et de bruit plus bas, car le noyau est fixé à la carcasse aux points où la réaction de la carcasse aux excitations vibratoires est la plus faible. Grâce au  
15 fait que les ailettes fixées à la carcasse sont chargées plus régulièrement et que l'éventualité d'une suppression de la charge des ailettes est annulée, la fiabilité de la structure se trouve augmentée.

Suivant une variante de réalisation de l'invention, les ailettes de raccordement élastiques fixées à la carcasse sont disposées dans la zone  
20 des pattes d'appui de la carcasse alors que les autres ailettes de raccordement sont disposées sur la partie restante de la périphérie extérieure du noyau.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les ailettes de raccordement élastiques fixées à la carcasse sont disposées dans la zone  
25 des pattes d'appui de la carcasse et dans la zone de la fondation, tandis que les autres ailettes de raccordement sont disposées sur la partie restante de la périphérie extérieure du noyau.

Il est aussi possible de placer, dans la zone des pattes d'appui de la carcasse, des ailettes élastiques supplémentaires attachées à la carcasse  
30 et situées dans les entailles sur la surface extérieure du noyau entre les ailettes de serrage élastiques.

Il est utile que les ailettes de raccordement disposées en regard des secteurs de carcasse possédant une plus faible rigidité, soient fixées à la périphérie du noyau suivant sa longueur à l'aide de pièces de raccordement  
35 supplémentaires.

Les pièces de raccordement supplémentaires peuvent être réalisées sous la forme d'un étrier en U qui s'appuie sur la surface du noyau et est fixé à l'ailette par un boulon.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre des exemples de divers modes de réalisation de l'invention, description faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

5 La Fig. 1 représente une vue en coupe transversale d'un stator de machine électrique pourvu d'une fixation élastique du noyau dans la carcasse, suivant l'invention ;

La Fig. 2 représente, à plus grande échelle, une ailette de raccordement élastique fixée sur le noyau et la carcasse statorique, suivant l'invention ;

10 La Fig. 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III de la Fig. 2 ;

Les Fig. 4 et 5 montrent la fixation au noyau statorique des ailettes de raccordement qui ne sont pas liées à la carcasse ;

La Fig. 6 est une vue en coupe transversale d'un stator de machine électrique dans lequel la fixation du noyau dans la carcasse est effectuée, 15 suivant l'invention, au moyen d'ailettes de raccordement élastiques disposées dans la zone des pattes d'appui de la carcasse et dans la zone de la fondation.

La Fig. 1 représente un stator de machine électrique comprenant un noyau 1 constitué par un empilage qui est fixé dans la carcasse 2 installée par ses pattes d'appui 3 sur une fondation 4. Le noyau 1 est serré dans le sens 20 axial au moyen d'ailettes de raccordement 5 et 6 disposées suivant la périphérie extérieure du noyau 1 et fixées longitudinalement à celui-ci par un blocage de type "queue d'aronde" 7. Les ailettes de raccordement 5 et 6 sont réparties régulièrement suivant la périphérie extérieure du noyau 1, tant en regard des secteurs de la carcasse 2 possédant une plus grande rigidité qu'en regard 25 des secteurs de la carcasse 2 possédant une rigidité plus faible. Selon le mode de réalisation décrit, le secteur de la carcasse 2 possédant la plus grande rigidité est la zone des pattes d'appui 3 (secteurs latéraux du stator), alors que le secteur de la carcasse 2 possédant la plus faible rigidité est la zone supérieure du stator. Les ailettes de raccordement 5 placées dans la 30 zone des pattes d'appui 3 sont réalisées de façon élastique grâce à des rainures 8 (Fig. 2, 3) pratiquées dans le corps de l'ailette 5, et attachées à la carcasse 2 par soudage et par l'utilisation de cornières de raccordement 10. Les ailettes de raccordement 6 (Fig. 1) disposées loin des pattes de support 3 du stator sur les secteurs de la carcasse 2 possédant une rigidité moins grande 35 (secteurs supérieur et inférieur du noyau 1 sur la Fig. 1), ne sont pas liées à la carcasse 2. Ces ailettes 6 font seulement office de goujons de raccordement du noyau 1 et ne sont employées que pour réaliser son serrage régulier. Les ailettes 6 sont réalisés de façon non élastique en vue de simplifier la technologie de fabrication (on ne pratique pas les rainures longitudinales 40 dans les ailettes).

La Fig. 4 représente une variante de la fixation des ailettes de raccordement 6 qui ne sont pas liées à la carcasse 2, à la surface extérieure du noyau 1 dans le but de prévenir leur déplacement dans les limites du jeu dans les entailles 11 du dispositif de fixation à "queue d'aronde", à la suite des vibrations et d'éliminer ainsi du bruit supplémentaire. En plusieurs points, on a placé des étriers 12 le long de l'ailette 6. Un boulon 13 vissé dans l'orifice taraudé 14 de l'ailette 6 s'appuie par sa tête sur un étrier 12 en poussant l'ailette 6 du noyau 1 et en effectuant le coinçage de la "queue d'aronde" 7 dans l'entaille 11. Pour prévenir le desserrage du boulon 13, on place sous sa tête des rondelles à ressort (non représentées sur le dessin).

La Fig. 5 représente une variante de la fixation deux par deux des ailettes 6 à la surface extérieure du noyau 1. Des plaques transversales 15 installées en plusieurs sections le long du noyau 1, sont attachées par leurs extrémités à deux ailettes voisines 6 soit au moyen de boulons, soit par soudage en 9. Dans l'orifice taraudé de la plaque 15 est vissé un boulon 13 qui s'appuie par l'intermédiaire d'une semelle 16 contre le noyau 1. Cet agencement garantit une plus haute sûreté de la fixation des ailettes 6 par rapport à l'action des vibrations tangentielles. Pour éviter le desserrage du boulon 13, on place des rondelles à ressort (non représentées sur le dessin) sous son extrémité d'appui.

Bien entendu, il est possible d'envisager d'autres variantes de fixation des ailettes de raccordement 6 du noyau 1 non liées à la carcasse 2.

Afin que la fixation élastique du noyau 1 soit plus solide, des ailettes élastiques supplémentaires 17 (Fig. 1) sont placées dans la zone des pattes de support 3 de la carcasse 2. Les ailettes supplémentaires 17 sont montées entre les ailettes élastiques principales 5 et fixées au noyau 1 et à la carcasse 2 de la même façon que les ailettes 5. A cet effet, sur la surface extérieure du noyau 1, sont prévues des entailles supplémentaires pour les "queues d'aronde" 7 des ailettes supplémentaires 17. Dans le but d'assurer la symétrie du serrage du noyau 1, les extrémités des ailettes supplémentaires 17 ne sont pas attachées aux plaques de serrage d'extrémité (non représentées sur le dessin) du noyau 1 et ne sont pas chargées par les forces axiales.

La Fig. 6 représente une variante de la structure statorique dans laquelle le noyau 1 est fixé dans la carcasse 2 au moyen d'ailettes de raccordement élastiques 5 situées dans la zone des pattes de support 3 et dans la zone de la fondation 4. Dans ce cas, c'est seulement dans le secteur supérieur, que les ailettes de raccordement 6 ne sont pas liées à la carcasse 2. L'avantage de cette variante consiste en ce qu'on a supprimé la nécessité d'installer des ailettes supplémentaires dans les secteurs latéraux.

Lors de la marche de la machine électrique, les vibrations du noyau 1 se propagent à la carcasse 2 avec un affaiblissement grâce à la possibilité de déformation radiale et tangentielle des ailettes de raccordement 5 (Fig. 1) de la fixation élastique. La carcasse 2 présente, dans la zone des pattes d'appui 3 du stator dans laquelle on fixe les ailettes de raccordement élastiques 5, une rigidité dynamique maximale et réagit d'une manière faible à l'excitation vibratoire. Il en résulte un abaissement important des vibrations de la carcasse 2 et de la fondation 4 comparé au cas dans lequel le noyau 1 est fixé suivant toute la périphérie statorique. Dans les parties supérieure et inférieure du stator dans lesquelles le noyau 1 n'est pas lié à la carcasse 2, les vibrations du noyau 1 ne se propagent plus à la carcasse 2. La fixation des ailettes supérieures et inférieures 6 au dos du noyau 1 à l'aide de pièces de raccordement supplémentaires 12 et 15 (Fig. 4 et 5) exclut les vibrations indépendantes de ces ailettes risquant d'engendrer des chocs dans l'entaille 11 pour la "queue d'aronde", et le bruit émis par le stator devient donc plus faible.

Les études ont fait apparaître que le déplacement de tous les éléments de fixation élastiques (tout en ne changeant pas leur rigidité, ni la résistance mécanique globale) conduit à une réduction importante des vibrations de la carcasse et de la fondation. En même temps,, le bruit de stator engendré par des vibrations acoustiques de haute fréquence transmises à la carcasse, devient plus faible alors que la fiabilité de fonctionnement de la machine électrique s'accroît.

REVENDECATIONS

1. Stator de machine électrique comportant une carcasse installée par des pattes d'appui sur une fondation, un noyau constitué par un empilage qui est monté dans la carcasse et dont les tôles sont serrées dans le sens axial à l'aide d'ailettes de raccordement placées d'une manière régulière dans des entailles prévues sur la surface extérieure du noyau, caractérisé en ce que seules les ailettes de raccordement disposées en regard des secteurs de carcasse possédant la plus grande rigidité, sont attachées à la carcasse et réalisées de façon élastique.
- 10 2. Stator de machine électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ailettes de raccordement élastiques fixées à la carcasse sont placées dans la zone des pattes d'appui de la carcasse, tandis que les autres ailettes de raccordement sont placées sur le reste de la périphérie extérieure du noyau.
- 15 3. Stator de machine électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ailettes de raccordement élastiques fixées à la carcasse sont placées dans la zone des pattes d'appui de la carcasse et dans la zone de la fondation, tandis que les autres ailettes de raccordement sont placées sur la partie restante de la périphérie extérieure du noyau.
- 20 4. Stator de machine électrique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que dans la zone des pattes de support de la carcasse sont placées des ailettes élastiques supplémentaires attachées à la carcasse et disposées dans des entailles sur la périphérie extérieure du noyau entre les ailettes de raccordement élastiques.
- 25 5. Stator de machine électrique selon l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que les ailettes de raccordement placées en regard des secteurs de la carcasse possédant une rigidité plus faible sont longitudinalement fixées à la surface du noyau, au moyen de pièces de raccordement supplémentaires.
- 30 6. Stator de machine électrique selon la revendication 5, caractérisé en ce que les pièces de raccordement supplémentaires sont réalisées sous la forme d'un étrier en U qui s'appuie sur la surface du noyau et est attaché à l'ailette à l'aide d'un boulon.



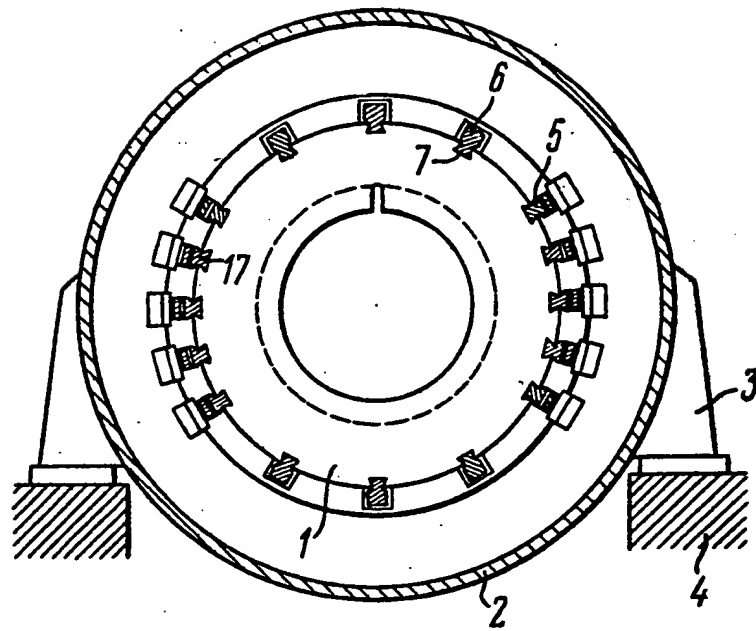


FIG. 1

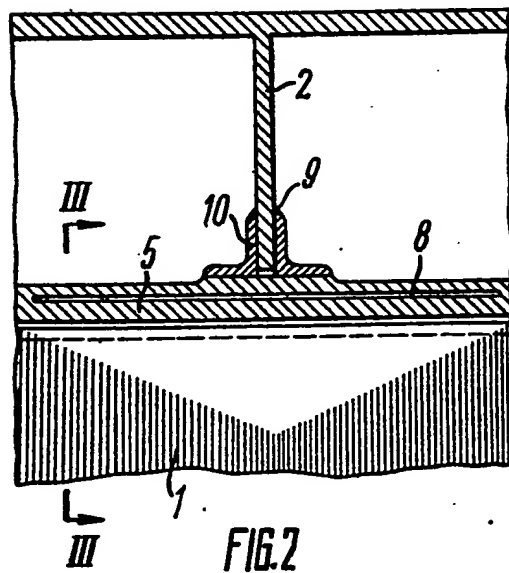


FIG. 2

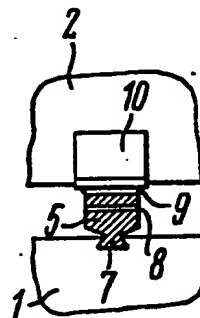


FIG. 3

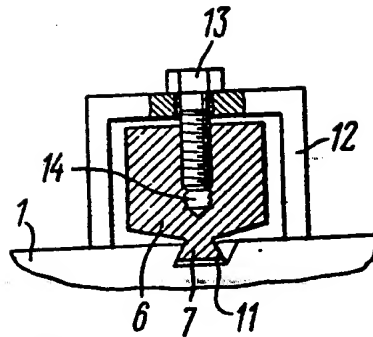


FIG. 4

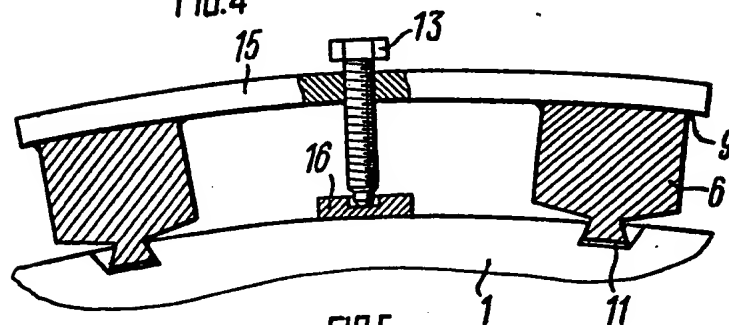


FIG. 5

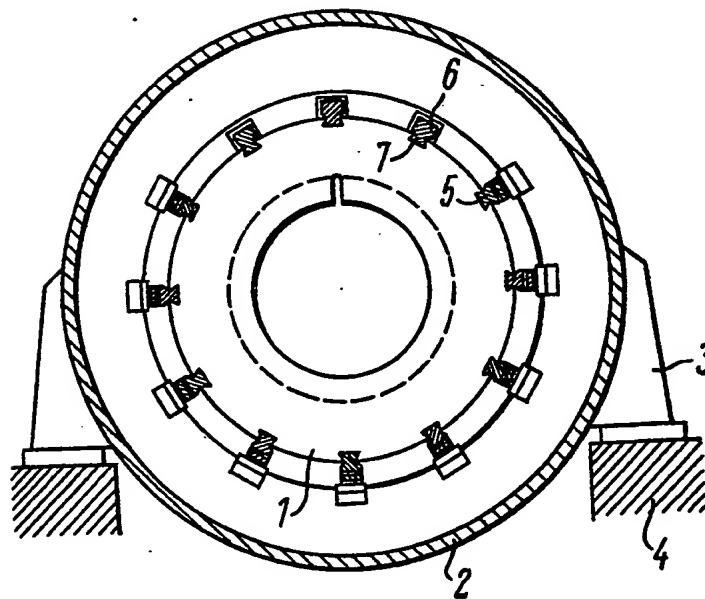


FIG. 6